
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007

Oktober/November 2006

EBB 440/4 – Metalurgi Gunaan
EBB 440/4 – Applied Metallurgy

Masa: 3 jam
Time: 3 hours

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN BELAS muka surat yang bercetak dan SATU muka surat LAMPIRAN sebelum anda memulakan peperiksaan.

Please ensure that this paper consists of NINETEEN printed pages and ONE page APPENDIX before you proceed with the examination.

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.

This paper contains SEVEN questions.

Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Answer FIVE questions. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Answer to each and every question must start on a new page.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.

All questions must be answered in Bahasa Malaysia.

1. [a] Proses tuangan yang mana satukah boleh dicadangkan untuk menghasilkan komponen berikut dan terangkan sebab-sebab anda:
- (i) Badan injap transmisi kereta dengan informasi berikut:
 - Kadar pengeluaran – 10 ribu buah seminggu, jumlah besar 500 ribu.
 - Bentuk dalaman sangat rumit dan terperinci.
 - Bentuk luaran yang mudah.
 - Bahan – aluminum.
 - Saiz – lebih kurang 50 x 100 x 150 mm.
 - (ii) Bekas transformer keluli dengan bentuk menyerupai silinder, panjang 1 meter dengan 250 mm diameter dalaman, dan ketebalan dinding 15 mm. Kadar pengeluaran adalah 20 buah seminggu untuk 5 tahun akan datang.
 - (iii) Skulptur loyang seberat 250 kg. Penghasilan adalah hanya sekali (*one-off*).

(50 markah)

- [b] (i) Dalam pengeluaran metalurgi serbuk konvensional, bahan dipadatkan dengan kenaikan tekanan pada suhu bilik dan kemudiannya disinter pada suhu tinggi pada tekanan atmosfera. Manakala dalam metalurgi serbuk penekanan panas (HIP), serbuk dikenakan tekanan dan suhu tinggi pada masa yang sama. Ini kelihatannya menjadikan penekanan panas akan menghasilkan komponen siap dalam satu operasi dan oleh itu satu proses pengeluaran yang lebih ekonomikal dan menarik. Apakah faktor yang telah diabaikan dalam pernyataan ini yang akan menjadikan penghasilan konvensional tekan-dan-sinter lebih menjadi pilihan?
- (ii) Apakah ciri-ciri penting yang perlu ada bagi serbuk mula untuk memastikan proses metalurgi serbuk dapat dihasilkan dengan sempurna?

(50 markah)

2. [a] Bincangkan yang berikut:

- (i) Kesan saiz penggelek dalam operasi penggelekan.
- (ii) Kesan sudut dai, α , dalam operasi pengekstrudan.
- (iii) Kesan faktor kelegaan, c , dalam operasi pemotongan kepingan logam.

(30 markah)

[b] Apakah yang membezakan antara acuan boleh hancur dan acuan tetap di dalam proses tuangan? Berikan kelebihan dan kekurangan kedua-dua jenis acuan.

(20 markah)

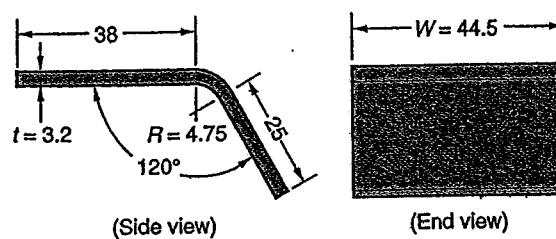
[c] Satu stok bar dengan diameter asal = 90 mm ditarik dengan draf = 15 mm. Dai penarikan mempunyai sudut masukan = 18° , dan koefisien geseran pada antaramuka benda kerja – dai = 0.08. Logam tersebut berkelakuan seperti bahan plastik unggul dengan tegasan alahan = 105 MPa. Tentukan:

- (i) pengurangan luas permukaan
- (ii) tegasan penarikan
- (iii) daya penarikan yang diperlukan untuk operasi ini
- (iv) kuasa untuk menjalankan operasi sekiranya halaju keluar = 1.0 m/min.

(50 markah)

3. [a] Mengapakah teknik metalurgi serbuk amat sesuai untuk penghasilan gear dan bearing? Apakah kelebihan-kelebihan lain yang ditawarkan oleh teknik ini?
- (25 markah)
- [b] Adakah daya dalam proses pengestrudan terus akan berubah apabila bilet menjadi semakin pendek? Sekiranya ya, mengapa? Bagaimanakah daya ini berbeza dengan daya bagi proses pengestrudan tidak terus?
- (25 markah)
- [c] Satu plat berketebalan 40 mm akan dikurangkan kepada 30 mm dalam sekali laluan operasi penggelekan. Halaju masukan = 16 m/min. Radius roda penggelek = 300 mm dan halaju putaran = 18.5 rev/min. Benda kerja mempunyai koefisien kekuatan = 600 MPa dan eksponen pengerasan terikan = 0.22. Tentukan:
- (i) koefisien geseran minimum yang diperlukan supaya operasi penggelekan ini dapat dijalankan
 - (ii) halaju keluar dengan andaian lebar plat bertambah sebanyak 2% sewaktu operasi
 - (iii) gelincir hadapan
 - (iv) daya gelek yang diperlukan
 - (v) kuasa yang diperlukan untuk operasi ini
- (50 markah)

4. [a] Satu kepingan logam asal perlu dibengkokkan seperti ditunjukkan dalam Rajah 1. Logam mempunyai modulus keelastikan $E = 205 (10^3) \text{ MPa}$, kekuatan alah $Y = 275 \text{ MPa}$, dan kekuatan tegangan $TS = 450 \text{ MPa}$. Diberi $K_{ba} = 0.33$. Tentukan:
- (i) saiz kepingan mula (asal)
 - (ii) daya bengkokkan jika dai V digunakan dengan lebar bukaan dai = 25 mm.

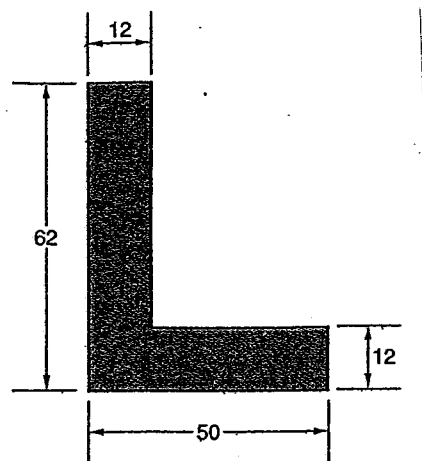


Rajah 1

(25 markah)

- [b] Satu bahagian struktur berbentuk L diekstrud secara terus dari bilet aluminum dengan $L_0 = 250$ mm dan $D_0 = 88$ mm. Dimensi keratan rentas diberi dalam Rajah 2. Sudut dai = 90° . Benda kerja logam mempunyai koefisien kekuatan = 240 MPa, $n = 0.16$ dan pemalar persamaan terikan Johnson yang berkaitan adalah $a = 0.8$ dan $b = 1.5$. Tentukan:

- (i) nisbah pengekstrudan
- (ii) faktor bentuk
(petunjuk: didefinisikan sebagai nisbah tekanan yang diperlukan untuk mengekstrud satu keratan rentas dengan bentuk yang diberi relatif kepada tekanan pengekstrudan untuk satu keratan rentas berbentuk bulat dengan luas yang sama)
- (iii) panjang bahagian yang diekstrud jika lebih tertinggal di dalam bekas pada penghujung tolakan ram adalah 25 mm
- (iv) daya ram maksimum pada permulaan pengekstrudan.



Rajah 2

(50 markah)

- [c] Gunakan lakaran untuk membezakan antara operasi berikut: *shearing*, *cutoff*, *parting*, *blanking* dan *punching*.

(25 markah)

...8/-

5. [a] Apakah mekanisma yang membolehkan karbon menguatkan keluli semasa rawatan haba?

(10 markah)

- [b] Pertimbangkan pengkarbonan gas suatu gear keluli 1020 pada 927°C . Andaikan bahawa kandungan karbon di permukaan adalah 0.90% dan keluli mengandungi kandungan karbon nominal 0.20%. $D_{927^{\circ}\text{C}} = 1.28 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. Kira kandungan karbon pada kedalaman 0.50 mm di bawah permukaan gear selepas masa pengkarbonan selama 5 jam.

(60 markah)

- [c] Anda telah diberikan suatu dawai yang telah ditarik diperbuat daripada keluli 1080. Rivet untuk gergaji rantai adalah dibuat dari bahan ini. Rivet mesti mempunyai kekerasan permukaan HR_C 60 manakala bahagian teras kekerasan HR_C 50. Cadangkan rawatan haba yang sesuai dan pilihan anda mesti disokong dengan sebab munasabah.

(30 markah)

6. [a] Rawatan permukaan mekanikal lazimnya dilakukan atas sebab-sebab selain daripada pembersihan. Apakah sebab-sebab tersebut?
(15 markah)
- [b] Sebagai tambahan kepada pembersihan permukaan, apakah fungsi utama dilakukan "shot peening"?
(15 markah)
- [c] Di dalam elektropenyaduran:
- (i) apakah yang dimaksudkan dengan istilah kecekapan katod?
(10 markah)
 - (ii) bagaimanakah keupayaan penguraian dapat ditentukan?
(10 markah)
 - (iii) mengapakah kecekapan katod adalah kurang 100%.
(10 markah)
 - (iv) zink, jumlah berat zink terenap dalam 1 jam adalah 0.7526 gram. Arus purata digunakan adalah 720mA dan keupayaan purata adalah 3.6 V. Berat atom Zn adalah 65.37 gram. Konstan Faraday adalah 96,500 C/mol. Kira keperluan tenaga elektrik (kWh) untuk mendapatkan 1 kg zink?
(40 markah)

7. [a] Apakah kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangan kimpalan berbanding dengan jenis-jenis operasi penyambungan yang lain.
(20 markah)
- [b] Atas sebab metalurgi, peleburan logam kimpalan dengan input tenaga minimum adalah dikehendaki. Punca haba berikut yang manakah amat bertepatan dengan objektif ini:
- (i) Kuasa tinggi
 - (ii) Ketumpatan kuasa tinggi
 - (iii) Kuasa rendah
 - (v) Ketumpatan kuasa rendah
- (20 markah)
- [c] Keluli C-Mn digunakan dengan meluas sebagai keluli pembinaan untuk jambatan, kapal, pelantar minyak dan sebagainya. Apabila kimpalan pelakuran dilakukan ke atas kepingan keluli, kepingan ini terdedah kepada kitaran haba yang teramat lampau. Perihalkan perubahan-perubahan metalurgi yang mungkin dialami oleh keluli dan cadangan yang boleh dilaksanakan untuk mengelak permasalahan ini.
(60 markah)

1. [a] *What casting process should be recommended for making the following component and explain your reasoning:*
- (i) *An automatic transmission valve body, given the following information:*
- *Production rate – 10 thousand parts per week, 500 thousand total*
 - *Very intricate interior detail*
 - *Simple external shape*
 - *Material - aluminum*
 - *Size – approximately 50 x 100 x 150 mm*
- (ii) *A steel transformer case that has a roughly cylindrical shape, 1 m long with 250 mm internal diameter and a wall thickness of 15 mm. The rate of production is to be 20 per week for the next 5 years.*
- (iii) *A 250 kg brass sculpture. This is a one-off production.*

(50 marks)

- [b] (i) *In conventional powder metallurgy manufacture, the material is compacted with applied pressure at room temperature and then sintered by elevated temperature at atmospheric pressure. With P/M hot pressing, the loose powder is subjected to pressure while it is also at elevated temperature. It would appear, therefore, that hot pressing could produce a finished part in a single operation and would be a more economical and attractive manufacturing process. What features have been overlooked in this argument that would tend to favor the press-and-sinter sequence for conventional manufacture?*
- (ii) *What are some of the characteristics that should be specified for the starting powder to assure the success of a powder metallurgy process?*

(50 marks)

2. [a] *Discuss the following :*

- (i) *Effect of roller size in rolling operation.*
- (ii) *Effect of die angle, α , in extrusion operation.*
- (iii) *Effect of clearance factor, c , in metal sheet shearing operation.*

(30 marks)

[b] *What differentiate expendable mold and permanent mold in casting process? Give the advantage and disadvantages of both types of mold.*

(20 marks)

[c] *Bar stock of initial diameter = 90 mm is drawn with a draft = 15 mm. The draw die has an entrance angle = 18° , and the coefficient of friction at the work-die interface = 0.08. The metal behaves as a perfectly plastic material with yield stress = 105 MPa. Determine:*

- (i) *area reduction*
- (ii) *draw stress*
- (iii) *draw force required for the operation*
- (iv) *power to perform the operation if exit velocity = 1.0 m/min.*

(50 marks)

3. [a] *Why is powder metallurgy technique so well suited to the production of gears and bearings? What are the other advantages offered by P/M?*

(25 marks)

- [b] *Will the force in direct extrusion process vary as the billet gets shorter and shorter? If so, why? How does the force differ from the force in an indirect extrusion?*

(25 marks)

- [c] *A 40 mm thick plate is to be reduced to 30 mm in one pass in a rolling operation. Entrance speed = 16 m/min. Roll radius = 300 mm, and rotational speed = 18.5 rev/min. The work material has a strength coefficient = 600 MPa and a strain hardening exponent = 0.22. Determine:*

- (i) the minimum required coefficient of friction that would make this rolling operation possible*
- (ii) exit velocity under the assumption that the plate widens by 2% during the operation*
- (iii) forward slip*
- (iv) rolling force required*
- (v) power required for this operation*

(50 marks)

4. [a] A sheet metal blank is to be bent as shown in figure 1. The metal has a modulus of elasticity $E = 205 (10^3) \text{ MPa}$, yield strength $Y = 275 \text{ MPa}$, and tensile strength $TS = 450 \text{ MPa}$. Given $K_{ba} = 0.33$. Determine:
- the starting blank size
 - the bending force if a V-die is used with a die opening width = 25 mm.

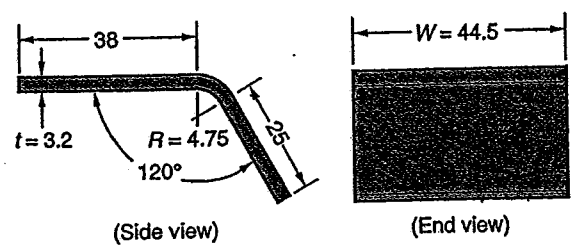


Figure 1

(25 marks)

[b] An L-shaped structural section is direct extruded from an aluminum billet in which $L_0 = 250$ mm and $D_0 = 88$ mm. Dimensions of the cross section are given in figure 2. Die angle = 90° . The work metal has a strength coefficient = 240 MPa, $n = 0.16$ and the corresponding Johnson strain equation has constants $a = 0.8$ and $b = 1.5$. Determine:

(i) extrusion ratio

(ii) shape factor

(hint: defined as the ratio of the pressure required to extrude a cross section of a given shape relative to the extrusion pressure for a round cross section of the same area)

(iii) length of the extruded section if the butt remaining in the container at the end of the ram stroke is 25 mm.

(iv) maximum ram force at the start of extrusion

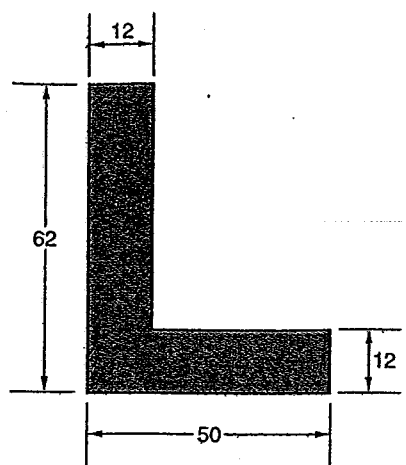


Figure 2

(50 marks)

[c] Use sketches to differentiate between the following operations : shearing, cutoff, parting, blanking and punching.

(25 marks)

...17/-

5. [a] *What is the mechanism by which carbon strengthens steel during heat treatment?*

(10 marks)

- [b] *Consider the gas carburizing of a gear of 1020 steel at 927°C. Assume that the carbon content at the surface is 0.90% and that the steel has a nominal carbon content of 0.20%. $D_{927^{\circ}\text{C}} = 1.28 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. Calculate the carbon content at 0.50 mm beneath the surface of the gear after 5 hour carburizing time.*

(60 marks)

- [c] *You are given a drawn wire of 1080 steel. Rivets for chain saw are manufactured using this material. The rivet must have the surface hardness of $\text{HRC } 60$ while the core must have the hardness of $\text{HRC } 50$. Suggest the appropriate heat treatment and support your choice with reasoning.*

(30 marks)

6. [a] *Mechanical surface treatments are often performed for reasons other than or in addition to cleaning. What are the reasons?*

(15 marks)

- [b] *In addition to surface cleaning, what is the main function performed by shot peening?*

(15 marks)

- [c] *In electroplating:*

- (i) *what is meant by the term cathode efficiency?*

(10 marks)

- (ii) *how do you determine the decomposition potential?*

(10 marks)

- (iii) *why the cathode efficiency is less than?*

(10 marks)

- (iv) *of zinc, the total weight of zinc deposited in 1 hour is 0.7526 gram. The average current used is 720 m Amp, and the average potential is 3.6 v. The atomic weight of Zn is 65.37 gram. Faraday's constant = 96,500 c/mol. Calculate the electric energy requirement (kWh) for producing 1 kg zinc?*

(40 marks)

7. [a] *What are the advantages and disadvantages of welding compared to other types of assembly operations?*

(20 marks)

- [b] *For metallurgical reasons, it is desirable to melt the weld metal with minimum energy input. Which one of the following heat sources is the most consistent with this objective:*

- (i) *High power*
- (ii) *High power density*
- (iii) *Low power*
- (v) *Low power density*

(20 marks)

- [c] *C-Mn steel is widely used as constructional steels for bridges, ships, oil platform etc. When fusion welding plates together, the steel is subjected to an extremely severe thermal cycle. Describe the possible metallurgical changes experienced by the steel and possible recommendation to avert the problem.*

(60 marks)

LAMPIRAN
APPENDIX

Table of the Error Function

z	$\text{erf } z$	z	$\text{erf } z$	z	$\text{erf } z$	z	$\text{erf } z$
0	0	0.40	0.4284	0.85	0.7707	1.6	0.9763
0.025	0.0282	0.45	0.4755	0.90	0.7970	1.7	0.9838
0.05	0.0564	0.50	0.5205	0.95	0.8209	1.8	0.9891
0.10	0.1125	0.55	0.5633	1.0	0.8427	1.9	0.9928
0.15	0.1680	0.60	0.6039	1.1	0.8802	2.0	0.9953
0.20	0.2227	0.65	0.6420	1.2	0.9103	2.2	0.9981
0.25	0.2763	0.70	0.6778	1.3	0.9340	2.4	0.9993
0.30	0.3286	0.75	0.7112	1.4	0.9523	2.6	0.9998
0.35	0.3794	0.80	0.7421	1.5	0.9661	2.8	0.9999

Source: R. A. Flinn and P. K. Trojan, "Engineering Materials and Their Applications," 2d ed., Houghton Mifflin, 1981, p. 137.